

# התמודדות עם קשיון רולפסי על ידי תכשירי הדברה באגוזי אדמה וגזר בגידולים שונים

מרי דפני ילין – מו"פ צפון, מיגל.

שותפים - און רבינוביץ' וניבה שקד – מו"פ צפון

דו"ח המוגש לשולחן אגוזי אדמה, 2019.

תאריך הגשת הדו"ח - דצמבר 2019

## I. תקציר

פטריית הקרקע קשיון רולפסי (*Sclerotium rolfsii*), גורמת למחלת העובש הלבן בו היא תוקפת את צוואר השורש, איברים תת-קרקעיים ופירות המונחים על קרקע מאולחת. **מטרת המחקר הכללית** הינה בחינת שיטות התמודדות עם קשיון רולפסי באגוזי אדמה וגזר בעמק החולה. **לצורך כך:** במעבדה, נבחנו יעילות תכשירי הדברה חדשים להתמודדות עם קשיון רולפסי. באגוזי אדמה נבחן השילוב של הזנים המסחריים חנוך והררי עם תכשירי הדברה להתמודדות עם המחלה. **תוצאות המחקר:** במעבדה, במבחן תכשירים על גבי צלחות PDA, נראה כי לתכשירים אקנטו, אלטוס ואוהיו פעילות מעכבת ביחס לביקורת ללא תכשיר הדברה כבר בריכוז של 1 ppm. לתכשירים טופסטאר ולונה סנשישן נראתה יכולת עיכוב מוגבלת בריכוזים שנבחנו. בתכשיר אלטוס בריכוז של 1,000 ppm נראתה קטילה מלאה של הקשיונות (פעילות פונגיצידי), ובתכשירים אקנטו, אוהיו ובמינונים נוספים של התכשיר אלטוס נראתה קטילה של הקשיונות בשיעור גבוה. **בשדה אגוזי אדמה** הנגוע באופן רב (שדה אשר אולח על ידינו באופן מכוון בשנת 2018). נראה כי יישום נתיבו הפחית באופן מובהק את מספר הצמחים הנגועים ואת מספר מוקדי הנגיעות בזנים חנוך והררי, בדומה למה שנראה בניסיונות קודמים. יישום "אקנטו" במהלך הגידול גם הוא הוסיף יבול באופן מובהק בזן הררי. יישום טופסטאר היה יעיל בהפחתת הנגיעות בתחילת הגידול ובחומרת המחלה כשישם במינון גבוה של 3,000 סמ"ק לדונם. כפי שראינו בניסיונות קודמים בחלקות נגועות באופן טבעי, נראה כי הזן חנוך פחות רגיש למחלה באופן מובהק, וכי בביקורת בלתי מטופלת היבול היה גבוה פי 1.92 ביחס לזן הררי.

**לסיכום ותוכניות להמשך:** בשנה הבאה אנו מתכננים לבחון שילוב של טיפולים לפני שתילה וטיפולים במהלך הגידול.

**II. רקע:** פטריית הקרקע קשיון רולפסי (*Sclerotium rolfsii*), השייכת למערכת ה-Basidiomycota, תוקפת את צוואר השורש, אברים תת-קרקעיים ופירות המונחים על קרקע מאולחת. הפטרייה מאופיינת באילוח ויצירה של תפטיר לבן, וריקבון של חלקי צמח שונים. הפטרייה תוקפת מאות מינים שונים, כאשר הנפגעים העיקריים בארץ הם גידולים הנאספים בקיץ כגון אבטיח, אגוזי אדמה, חמניות ועגבניות. בשנים האחרונות אנו עדים להחרפת הנזקים בשדות כתוצאה מאילוח הפטרייה, עד כדי איום ממשי על רווחיות הגידולים בעמק החולה. נמצא כי יעילות הטיפול בקוטלי פטריות בקרקעות עמק החולה נמוכה יחסית למתואר במקומות אחרים בארץ, כפי הנראה בשל ספיחת התכשירים לקרקעות הכבול ולקרקעות הכבדות הגורמת לתנועתם המוגבלת בקרקע, ומפחיתה את יעילות היישום. התכשיר שנמצא היעיל ביותר כנגד הפטרייה, הינו "נתיבו-75" מכיל את החומרים הפעילים Tebuconazole, השייך

לקבוצת תכשירים הנקראת טריאזולים, ו-Trifloxystrobin השייך לקבוצת תכשירים הנקראת סטרובילוריינים. מקובל ליישם אותו רק כחודש לאחר הזריעה בשל פעילות פיטו-טוקסית של Tebuconazole בשלבים מוקדמים של הגידול. התכשיר טופסטאר (תכשיר גנרי לעמיסטר) מכיל רק את החומר הפעיל Azoxystrobin, יכול להיות מיושם בתיחוח עם הזריעה ובכך לתת הגנה מפגיעה בצמחים בתחילת הגידול. פתרון נוסף להתמודדות עם המחלה הוא פיתוח של זנים בעלי עמידות שדה למחלה. באגוזי אדמה, חקלאים מדווחים כי הזן הררי רגיש יותר למחלה בהשוואה לזן חנוך, אך בהדבקות מכוונות הבדלים אלו אינם מובהקים. לעומתם, הזן B65 עמיד באופן מובהק ביחס לזן B77, גם בנגיעות טבעיות וגם באילוח מכוון. בניסוי קודם ראינו כי השימוש במינון כפול של התכשיר נתיב באופן מובהק את המחלה, ומונע ירידה ביבול בזן הרגיש B77.

### **III. מטרת המחקר:** בחינת תכשירי הדברה להתמודדות עם קשיון רולפסי באגוזי אדמה, וגזר.

**לצורך כך** נבחר גישה משולבת להתמודדות עם קשיון רולפסי בגידולים השונים:

במעבדה נבחר יעילות של תכשירי הדברה מקבוצות שונות בעיכוב הפטרייה ובקטילת הקשיונות.

באגוזי אדמה נבחר שילוב זנים רגישים או עמידים למחלה באגוזי אדמה עם מינונים שונים של תכשירי הדברה.

### **IV. שיטות ותוצאות:**

**בחינת שילוב זנים רגישים או עמידים למחלה באגוזי אדמה עם מינונים שונים של תכשירי הדברה, ובחינת**

**היכולת לזיהוי מוקדם והערכת חומרת מחלה על ידי שימוש בכלים של חישת מרחוק**

**מהלך המחקר ושיטות עבודה:**

**בחינת תכשירים נוספים להתמודדות עם קשיון רולפסי** - לצורך הרחבת סל התכשירים הזמינים להתמודדות עם קשיון רולפסי, בחנו תכשירים נוספים אשר עשויים לסייע עם ההתמודדות כנגד המחלה במעבדה ובשטח: א. בחינת קוטלי פטריות במעבדה על יכולתם לגדול על גבי צלחות PDA עם חומר פעיל בריכוזים של 1, 10, 100, ו 1000 ppm בהשוואה ל-PDA ללא תכשיר. קשיונות שלא גדלו הועברו לצלחת נקיה לבחינת יכולת קטילת הקשיונות על ידי התכשירים: א. פונגיצידיים - קטילה מלאה של הקשיונות, ב. פונגי-סטטיות - העיכוב מוסר בהיעדר התכשיר. החומרים שנבחנו: אוהיו (50% Fluazinam), אלטוס (15% Benzovindiflupyr + 30% Azoxystrobin), אקנטו (8% (20% Picoxystrobin + Cyproconazole), לונה סנסיישן (25% Trifloxystrobin + 25% Fluopyram) וטופסטאר. הניסוי נערך פעמיים בכל תכשיר, פרט לתכשיר אוהיו שנעשה פעם אחת השנה, אך נבחר על ידינו בעבר.

ב. בחינת קוטלי פטריות בשדה בוטנים בשני זנים: בחלקת קרקע בחוות גדש כרב אגוזי אדמה, המאולחת בפטרייה (אולחה על ידינו בשנת 2018, בהדבקות מכוונות) נזרעו ב-6/5/19 שני הזנים חנוך והררי. הניסוי הוצב במתכונת של חלקות מפוצלות, ב-5 חזרות בבלוקים באקראי. הגורם הראשי שנבחן הוא הזן, הגורם המשני - טיפולים כימיים. כל חלקת ניסוי הייתה באורך 7.5 מטר וברוחב ערוגה (1.93 מטר), עומד הצמחים 8 זרעים למטר ב-2 שורות לערוגה. בניסוי נבחנו 10 טיפולים כימיים כגורם משני. התכשירים: אלאטוס במינון של 75 או 100 סמ"ק לדונם, טורקיז (Thiophane Methyl) במינון של 150 סמ"ק לדונם, אקנטו במינון של 50 או 75 סמ"ק לדונם, אוהיו במינון של 400 סמ"ק לדונם, פרוליין (48% Prothioconazole) ופלינט (50% Trifloxystrobin) 40 ו 50 סמ"ק לדונם, טופסטאר בתיחוח לפני זריעה 3,000 סמ"ק לדונם, נתיב (25% Trifloxystrobin + 50% Tebuconazole) 150 סמ"ק לדונם. החלקה רוססה 4 פעמים במהלך העונה בכל התכשירים, פרט לתכשיר טופסטאר שתוחח לפני זריעה. תאריכי היישום:

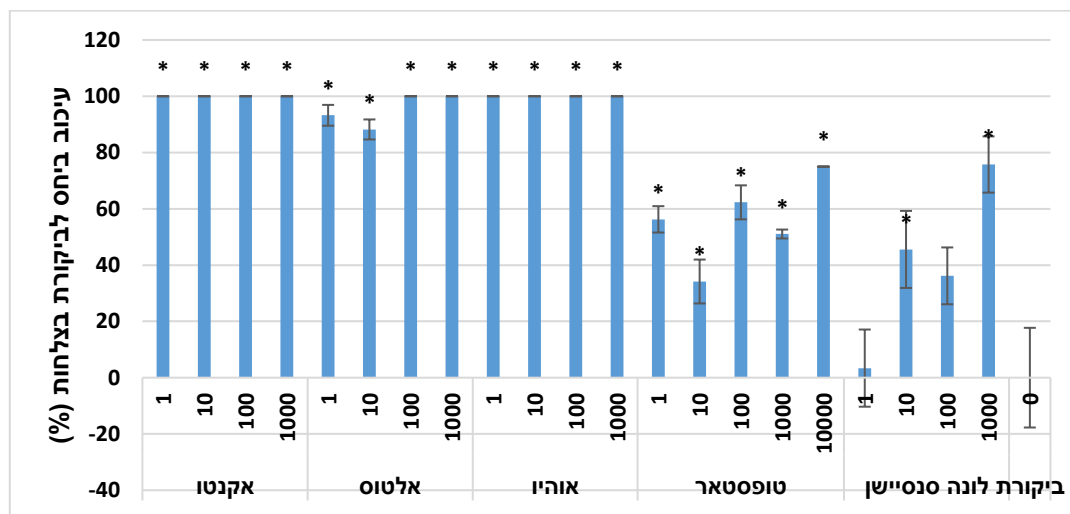
5/6, 25/6, 13/8, 12/9 - שני מועדים ראשונים במרסס מוט, (מרסס לחץ, 4 פומיות 11002), ושני המועדים האחרונים במרסס גב מפות. נפח הריסוס 30 ליטר. החלקה נבחנה מספר פעמים במהלך הגידול לנוכחות המחלה. בתום הגידול, הצמחים נעקרו ב- 22/10 ורמת המחלה נבדקה על פי סולם חומרת המחלה הבא על כל צמח: (1) נוף ותרמילים בריאים, (2) נוף בריא, תרמילים ושורשים גוועים קל, (3) נוף בריא, על התרמילים והשורשים תפטיר רב אך יש יבול, (4) נוף גווע, יש תפטיר ואין תרמילים כלל על השיחים. (5) צמח מת ללא יבול. היבול נשקל לאחר דייש במדושה ניסיונית.

**סטטיסטיקה:** ניתוח סטטיסטי בוצע בתוכנת JMP גרסה 13. בוצע ניתוח רב-גורמי לבחינת השפעת הגורמים השונים על הערכת הנזקים, וכן השוואה בין הטיפולים בניתוח שונות ו- LSD או HSD.

### פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה:

(i) **בחינת תכשירים להתמודדות עם קשיון רולפסי:** על מנת להרחיב את סל התכשירים העומד לרשות המגדלים להתמודדות עם קשיון רולפסי, החלטנו לבחון תכשירים נוספים להתמודדות עם המחלה. בניסוי מעבדה ראינו כי התכשירים אלטוס, אקנטו ואוהיו דיכאו באופן משמעותי את התפתחות הפטרייה בכל הריכוזים שנבחנו. טופסטאר ולונה סנסיישן עיכבו את התפתחות הפטרייה באופן מוגבל. בעקבות ניסוי המעבדה, הוחלט לא לבחון את לונה סנסיישן בשטח, ואילו טופסטאר נבחן בתיחוח לפני זריעה בריכוזים גבוהים של 3 ליטר לדונם (איור מס' 1).

**איור 1 - עיכוב קשיון רולפסי בעזרת תכשירי הדברה בריכוזים שונים (ppm) על גבי צלחות PDA.**  
כביקורת גדלו הפטריות על צלחות PDA ללא התכשירים. \* מסמלת הבדלים מובהקים מביקורת (HSD,  $P < 0.05$ ). הניסוי נערך בשנת 2019.



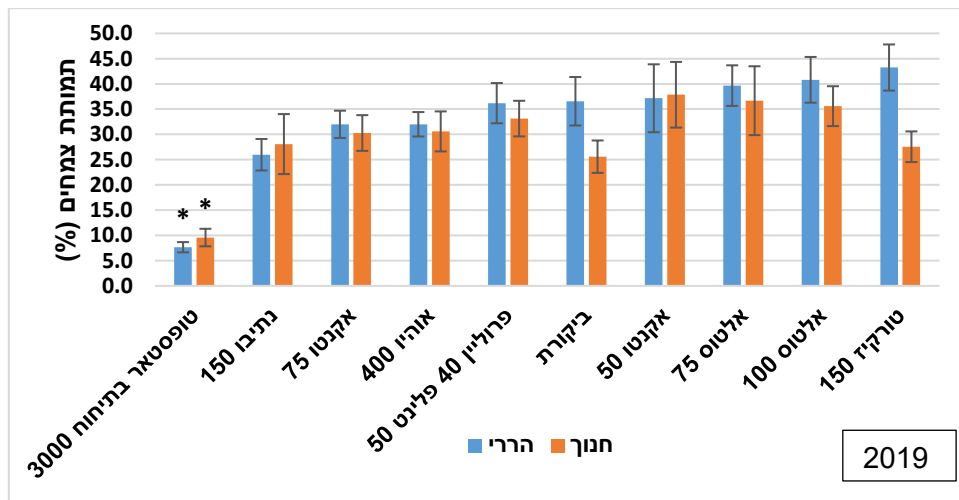
על מנת לבחון את יכולת התכשירים לקטול את הקשיונות (פעילות פונגיצידי) הועברו הקשיונות המעוכבים למצע PDA נקי. התוצאות הראו כי התכשיר אלטוס בריכוז של 1000 ppm היו בעל פעילות פונגיצידי כפי שנראה בשני הניסיונות, כאשר הקשיונות לא נבטו גם לאחר שהורחקו מהמצע המורעל והועברו למצע PDA נקי. התכשיר אקנטו בניסוי מס' 2 הראה גם הוא פעילות פונגיסטטית, אך בניסוי מס' 1 הקטילה לא היתה מלאה. (טבלה מס' 1)

**טבלה מס' 1 -** בחינת שיעור נביטת קשיונות לאחר שנחשפו לריכוזים שונים של התכשירים.

| שם התכשיר | קשיונות שנבטו / סה"כ "כ קשיונות |                       |
|-----------|---------------------------------|-----------------------|
|           | ריכוז התכשיר                    | (ניסוי 1) / (ניסוי 2) |
| אקנטו     | 1000                            | 1/4                   |
|           | 100                             | 3/12                  |
|           | 10                              | 9/19                  |
|           | 1                               | 6/16                  |
| אלטוס     | 1000                            | 0/11                  |
|           | 100                             | 3/7                   |
|           | 10                              | -                     |
|           | 1                               | -                     |
| אוהיו     | 1000                            | 2/8                   |
|           | 100                             | 1/8                   |
|           | 10                              | 2/10                  |
|           | 1                               | 1/6                   |

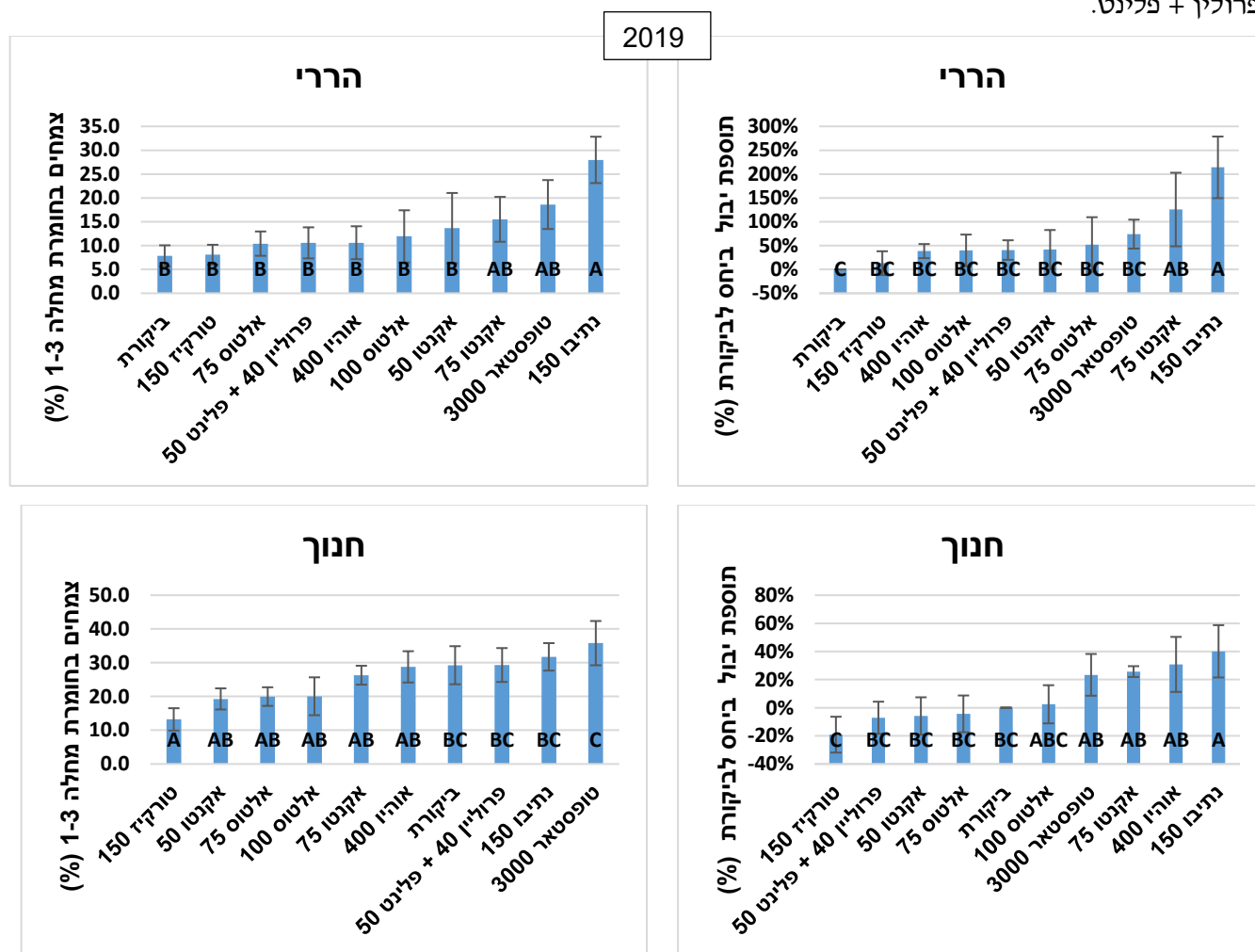
התמותה בניסוי שדה הייתה גבוהה מאוד, בשל אילוח רב שהיה בחלקה. בניסוי זה ראינו כי תיחוח התכשיר טופסטאר לפני זריעה גרם לכך ששרדו, באופן מובהק, יותר צמחים ביחס לטיפול הביקורת (ספירה 34 ימים לאחר זריעה -  $HSD, p < 0.05$ ). בזן הררי שיעור התמותה בביקורת עמד על 36.6%, בעוד שבטיפול עם טופסטאר לפני הזריעה רק 7.7% מהצמחים נפגעו. בזן חנוך, נפגעו בביקורת 25.6% צמחים ביחס ל-9.6% בעקבות הטיפול בטופסטאר (איור מס' 2). יש לציין שהתכשירים ניתנו כבר בשני יישומים לפני ספירה זו, אך מרבית התמותה שנראתה בשלב זה מקורה, כפי הנראה, בפגיעה שהתרחשה בתחילת הגידול.

**איור 2: שיעור צמחים מתים ב- 9/7/19 מסה"כ הצמחים שנבטו. \* מסמלת הבדלים מובהקים מהביקורת ( $HSD, p < 0.05$ ). הניסוי נערך בשנת 2019.**



במהלך החודשים יולי ואוגוסט 2019 לא נראתה תמותה רבה נוספת בשדה, ונראה כי השיחים סגרו את הנוף בחלקים רבים. בזן חנוך נראה כי גם במהלך ספטמבר לא הייתה תמותה נוספת של צמחים. יחד עם זאת, לאחר עקירת הצמחים נראה כי בזן הררי וחנוך התכשירים נתיבו וטופסטאר העלו את שיעור הצמחים הבריאים, אך רק בזן הררי בטיפול עם נתיבו העלייה הייתה מובהקת (איור מס' 3).

בזן הררי, מבין הצמחים שנעקרו לקראת הדיש, שיעור הצמחים בדרגת מחלה 1 (נוף ותרמילים בריאים) ו- 2 (נוף בריא, תרמילים ושורשים נגועים קל) היה הגבוה ביותר באופן משמעותי (HSD,  $p < 0.05$ ) בטיפול נתיבו עם 64%. ביתר הטיפולים ובביקורת שיעור הצמחים בדרגות המחלה 1 ו- 2 היה עד 10%. בדרגת מחלה 3 (נוף בריא ועל האיברים התת-קרקעיים תפטיר רב) עיקר הצמחים היו בטיפול אקנטו מינון 75 סמ"ק לדונם, והטיפולים נתיבו ואוהיו היו הטיפולים עם הממוצע הנמוך ביותר. בדרגת מחלה 4 ו 5, לטיפול עם נתיבו היה שיעור הצמחים הנמוך ביותר, עם 17.2 ו 2.14% בהתאמה. שיעור הצמחים עם נגיעות בדרגות 1-3 מוצג באיור מס' 12. בזן חנוך שיעור הצמחים הבריאים (דרגה 1) היה של 18%, בעוד שבטיפול נתיבו היה שיפור מובהק, של 66.2%. ביתר דרגות המחלה טיפול זה קיבל את הציונים הבריאים ביותר. יתר הטיפולים לא נראו שונים באופן מובהק מהביקורת. בזן הררי, הצמחים בעלי דרגות חומרת מחלה הנמוכות (1-3) הראו יעילות מובהקת לתכשיר נתיבו בהשוואה לביקורת, בשיעור מטופלת (איור מס' 12). בזנים הררי וחנוך, הטיפול בנתיבו העלה את היבול באופן מובהק ביחס לביקורת, בשיעור של 214% ו- 40%, בהתאמה. בזן הררי, גם לטיפול באקנטו הייתה תרומה משמעותית ליבול, של 125% (איור מס' 3). יש לציין, כי בזן חנוך הורדו נתונים של טיפולים חריגים בהם היה יבול נמוך במיוחד, בטיפול נתיבו ובטיפול פרולין + פלינט.



**איור 3: השפעת הטיפולים השונים על תוספת יבול ביחס לביקורת (מימין) ואחוז צמחים בחומרת מחלה 1-3 (משמאל) בזנים חנוך (למטה) והררי (למעלה).** תוספת היבול נמדדה ביחס לביקורת. ערכי חומרת המחלה נקבעו לאחר עקירה על פי הסולם הבא: (1) נוף ותרמילים בריאים, (2) נוף בריא, תרמילים ושורשים נגועים קל, (3) נוף בריא, על התרמילים והשורשים תפטיר רב אך יש יבול, (4) נוף נגוע, יש תפטיר ואין תרמילים כלל על השיחים. (5) צמח מת ללא יבול. הניסוי נערך בשנת 2019.

תוצאות מחקר זה מחזקות את מה שנראה עד כה, כי הזן חנוך עמיד יותר למחלה ביחס להררי, ובחלקה נגועה היבול שמתקבל בזן זה גבוה יותר באופן מובהק. שימוש בתכשיר נתיבו הינו היעיל ביותר להפחתת נגיעות כפי שראינו עד כה בניסיונות קודמים, אך גם התכשיר אקנטו יעיל בעיכוב. בנוסף, ראינו כי תיחוח טופסטאר בתחילת הגידול מפחית נגיעות בתחילת הגידול, אך כפי הנראה היעילות אינה מספיקה עד לתום הגידול, ויש לשלב תכשיר זה עם שיטות נוספות לעיכוב המחלה.

#### **V. סיכום ותוכניות להמשך:**

בשנת 2018 בחנו את השילוב של זני **אגוזי אדמה** שונים עם תכשיר ההדברה נתיבו. נראה כי הטיפול במינון של 200 סמ"ק לדונם מפחית את הנגיעות ומעלה את היבול באופן מובהק. ההבדלים בעמידות הזן B65 בלטה פחות בניסוי זה, לעומת מה שראינו בעבר. באופן מסחרי זן זה לא מגודל, בשל יבול יחסית נמוך.

עוד ראינו בשנת 2018 כי באגוזי אדמה, יישום טופסטאר במינון של 2,000 סמ"ק לדונם (אך לא 1,000 סמ"ק לדונם) נמצא יעיל באופן מובהק ביחס לביקורת לא-מטופלת. נראה כי על מנת להפחית נגיעות באגוזי אדמה נחוץ מינון גבוה יותר לעומת הנדרש בעגבניות לתעשייה. בשנת 2019 בחנו שוב את יעילותו של טופסטאר הפעם במינון גבוה אף יותר, של 3,000 סמ"ק לדונם. מינון זה הפחית את הנגיעות בתחילת הגידול, אך בסוף הגידול לא ניכרה השפעתו על היבול. יישום תכשיר בתיחוח לא מצריך מהלכים נוספים במשך הגידול, וניתן לשלבו עם טיפול מוקדם בקוטל העשבים המיושם כמקובל בעמק החולה באופן זה למניעת הצצה מוקדמת של גומא הפקעים. בעבודה זאת, כמו גם בעבודות שבוצעו בנגב המערבי (און רבינוביץ, מידע אישי) לא נצפתה פיתו-טוקסיות של טופסטאר, גם במינונים גבוהים. יחד עם זאת, יש כמובן לבחון את העלויות הכלכליות הכרוכות בהעלאת המינונים בהשוואה לטיפול בנתיבו ו/או בחומרים נוספים שיינתנו לאחר הצצת הגידול.

בשנת 2019 המשכנו לבחון יישום חומרים בעלי מנגנון פעילות שונה של חברות נוספות. בניסוי מעבדה נראה כי התכשירים אקנטו, אלטוס ואוהיו מעכבים את התפתחות הקשיונות כבר בריכוז של 1 ppm. בתכשיר אלטוס בריכוז של 1000 ppm נראתה קטילה מלאה של הקשיונות. בתכשירים אקנטו ואוהיו ובמינונים נוספים של התכשיר אלטוס נראתה קטילה של הקשיונות בשיעור גבוה. בעבר נראה כי לתכשיר נתיבו יש גם פעילות פונגיסטית יחסית, כאשר הקשיונות עשויים לנבט לאחר המעבר למצע נקי, אך המושבות לא התפתחו באופן מיטבי. הקטילה בנתיבו היתה רק בתבדיד 3 Rol שזה התבדיד שנבחן כאן, אך לא בתבדידים נוספים (דוח המוגש למועצת אגוזי אדמה, שולחן ירקות, 2015). בשילוב זנים בעלי רגישות שונה בחלקה שאולחה בחוות גד"ש ב-2018. יישום של התכשיר נתיבו גר/דונם במהלך הגידול העלה את היבול בשני הזנים, ויישום "אקנטו" במהלך הגידול הוסיף יבול באופן מובהק רק בזן הררי. לא נראה יתרון לתכשירי הדברה נוספים שנבחנו פרט לנתיבו שכבר נבחן ונמצא יעיל בעבר. בשנה הבאה בכוונתנו לבחון שילובים של טיפולים לפני שתילה ולאחריה.

**לסיכום ותוכניות להמשך:** בשנת 2020 אנו מתכננים לבחון את השילוב של טיפולים שיינתנו לפני שתילה וטיפולים במהלך הגידול.

**VI. תודות חמות** לליאור הדס מחברת לידור, לרז דפני מחברת אגרולב על יישום התכשירים בשטח, ולאמוץ פרבר על יישום התכשירים; לעמית רוזנברג ורוני פוייר מצוות חוות גד"ש על הטיפול המסור בחלקה; לניבה שקד, על העזרה בספירות.